

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ БАССЕЙНОВ ЮЖНЫХ МОРЕЙ РОССИИ

**Материалы Международной научной конференции
г. Ростов-на-Дону
1–3 октября 2014 г.**

**Ростов-на-Дону
Издательство ЮНЦ РАН
2014**

**ДИАТОМОВАЯ ВОДОРОСЛЬ *CYLINDROTHECA CLOSTERIUM* (EHRENB.)
REIMANN ET LEWIN – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОРМОВОЙ ОБЪЕКТ
ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ**

В.И. Рябушко, С.Н. Железнова, Р.Г. Геворгиз, М.В. Нехорошев

**DIATOM *CYLINDROTHECA CLOSTERIUM* (EHRENB.) REIMANN
ET LEWIN – PROMISING FOOD ITEM IN THE CULTIVATION
OF MARINE ORGANISMS**

V.I. Ryabushko, S.N. Zheleznova, R.G. Gevorgiz, M.V. Nekhoroshev

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь, Россия
zheleznovasveta@yandex.ru*

Микроводоросли синтезируют ряд веществ, обладающих высокой биологической активностью. Наиболее известными из них являются витамины, каротиноиды, макро- и микроэлементы, производные хлорофилла, полиненасыщенные жирные кислоты. Продукты из микроводорослей широко используют в медицине, эффективно применяют в качестве кормовых добавок в животноводстве и аквакультуре. В настоящее время продолжается поиск эффективных кормов для устриц, мидий и молоди рыб. К основным объектам исследований относятся микроводоросли (Rijstenbil et al., 2003).

Каротиноидный состав диатомовых водорослей представлен каротинами и ксантофиллами: фукоксантином (Фк), β -каротином, диадinoxантином, диатоксантином. Из всего состава каротиноидов диатомовых водорослей наибольшего внимания заслуживают фукоксантин (Dunstan et al., 1992; Bertrand, 2010; Peng et al., 2011).

Фукоксантин – это один из самых распространенных каротиноидов. Он стимулирует выработку целевого митохондриального расщепляющего белка UCP1 и тем самым способствует активному уменьшению массы тела путем расщепления жиров в брюшной полости и в печени (Lebeau et al., 2003). Большое количество публикаций посвящено исследованию фукоксантина в области онкологии. Фк значительно подавляет рост клеток лейкоза, рака простаты и молочной железы. Японскими исследователями найдено, что Фк на 100 % излечивает рак кожи у мышей, вызванный канцерогенными факторами (Lio et al., 2011a). Все это определяется высокой антиоксидантной активностью фукоксантина.

Перспективным объектом возобновляемого источника фукоксантина может быть диатомовая водоросль *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et Lewin, выращиваемая в интенсивной культуре. На долю фукоксантина в *C. closterium* приходится 78 % от общего содержания каротиноидов (Pennington et al., 1988). Известно, что в процессе культивирования микроводорослей содержание пигментов в клетках изменяется в зависимости от фазы роста культуры.

На первом этапе выращивания *C. closterium* изучали динамику увеличения количества фукоксантина при накопительном режиме культивирования.

Для этого культуру микроводоросли *C. closterium* выращивали в режиме накопительного культивирования в плоских культиваторах с освещаемой поверхностью 0,0425 кв. м и толщиной освещаемого слоя 5 см при круглосуточном освещении 13,5 клк и температуре 20–22 °С на модифицированной питательной среде F. Объем культуры составлял 2,35 л. В процессе выращивания культуру непрерывно насыщали воздухом с помощью микрокомпрессора со скоростью 0,5 л·мин⁻¹. Модификация питательной среды заключалась в пропорциональном повышении концентрации всех биогенных элементов питательной среды F.

В плоские культиваторы вносили инокулят и питательную среду в такой пропорции, чтобы начальная плотность культуры во всех культиваторах была одинаковой ($D_{750} = 0,1$). Отбор проб для определения плотности культуры и концентрации фукоксантина в клетках микроводоросли проводили ежедневно. Измерение оптической плотности культуры проводили ежедневно на длине волны 750 нм с помощью фотоэлектроколориметра ФЭК-2 (кювета 0,5 см). Содержание сырой биомассы в культуре определяли прямым взвешиванием на весах после центрифугирования.

При полном минеральном обеспечении культура на четвертые сутки достигла своей максимальной плотности. Можно предположить, что фактором, лимитирующим рост, являлся свет в связи с самозатенением клеток. В период экспоненциальной фазы роста зафиксировано увеличение концентрации фукоксантина до 4,9 мг·г⁻¹ сухой массы в основном за счет неограниченного роста культуры (рис. 1).

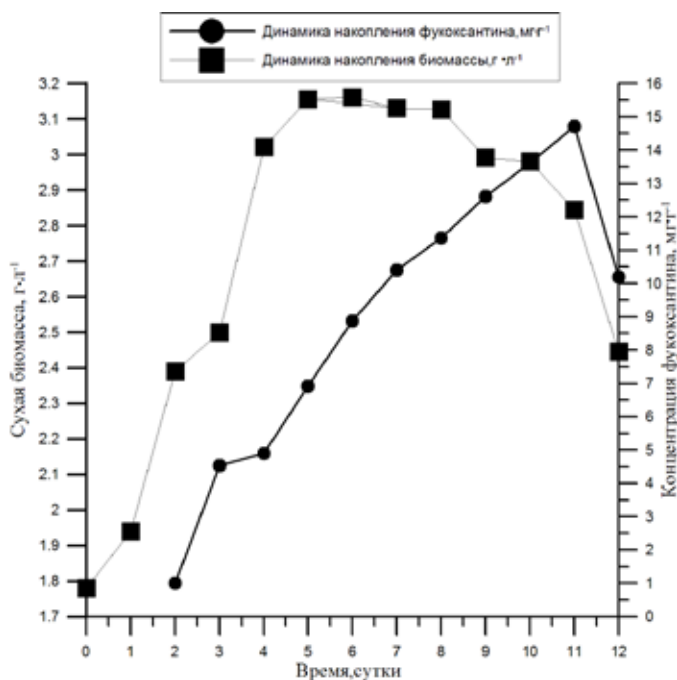


Рис. 1. Динамика плотности диатомовой водоросли *Cylinthotheca closterium* и фукоксантина в накопительном режиме культивирования

Таким образом, при достижении *C. closterium* стационарной фазы роста концентрация фукоксантина составила 4,9 мг·г⁻¹ сухой массы (рис. 1), т.е. производительность трехлитрового культиватора по фукоксантину составляла 49,14 мг.

С другой стороны, содержание фукоксантина в культуре *C. closterium* резко возрастало в течение всей стационарной фазы роста и достигало своего максимального значений (14,71 мг·г⁻¹ сухой массы) в конце этой фазы роста при переходе культуры в фазу отмирания (на 10–11-е сутки культивирования). При этом выход фукоксантина достигал 39,58 мг·л⁻¹ культуры, и производительность одного трехлитрового культиватора составила 118,74 мг фукоксантина.

Активный синтез фукоксантина в клетках микроводоросли *C. closterium* на стационарной фазе роста, возможно, связано с тем, что низкие значения концентраций питательных веществ в среде на стационарной фазе роста культуры способствуют формированию стрессовых условий, при которых активизируются процессы каротеногенеза. Следовательно, в условиях глубокого лимитирования по биогенным элементам наблюдается остановка роста культуры *C. closterium*, при этом концентрация фукоксантина в клетках увеличивается и достигает 14,71 мг·г⁻¹ сухой массы.

Таким образом, *C. closterium* является перспективным объектом для интенсивного культивирования поскольку характеризуется высокой продуктивностью (1,74 г·л⁻¹·сут⁻¹), способностью накапливать Фк до 16 мг·г⁻¹ сухой массы и ПНЖК, что в значительной степени повышает кормовую ценность при культивировании морских организмов.

Список использованной литературы

1. Bertrand M. Carotenoid biosynthesis in diatoms // Photosynth. Res. 2010. 106. P. 89–102.
2. Dunstan G.A., Volkman J.K., Jeffrey S.W., Barrett S.M. Biochemical composition of microalgae from the green algal classes Chlorophyceae and Prasinophyceae 2. Lipid classes and fatty acids // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1992. 161. P. 115–134.
3. Lio K., Okada Y., Ishikura M. Single and 13-week oral toxicity study of fucoxanthin oil from microalgae in rats // Food Hyg. Soc. Jpn. 2011a. 52. P. 183–189.
4. Lio K., Okada Y., Ishikura M. Bacterial reverse mutation test and micronucleus test of fucoxanthin oil from microalgae // Shokuhin Eiseigaku Zasshi. 2011b. 52. P. 190–193.
5. Peng J., Yuan J.-P., Wu C.-F., Wang J.-H. Fucoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seaweeds and Diatoms: Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health // Mar. Drugs. 2011. 9. P. 1806–1828.
6. Rijstenbil J.W. Effects of UVB radiation and salt stress on growth, pigments and antioxidative defence of the marine diatom *Cylindrotheca closterium* // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2003. 254. P. 37–48.